

Three-dimensional imaging device for determining ranges in motor vehicle airbag system uses pixel-resolved infrared image sensors

Patent number: DE10035531
Publication date: 2002-02-28
Inventor: WEIDEL EDGAR (DE)
Applicant: DAIMLER CHRYSLER AG (DE)
Classification:
- international: *B60R21/01; G01S17/02; G01S17/06; B60R21/015; B60R21/33; G01S17/89; B60R21/01; G01S17/00; B60R21/015; B60R21/33; (IPC1-7): H04N5/225; B60R21/01; B60R21/32*
- european: B60R21/015; G01S17/02D; G01S17/06
Application number: DE20001035531 20000721
Priority number(s): DE20001035531 20000721

Report a data error here

Abstract of **DE10035531**

At least one light source (1) illuminates a space with diffuse infrared. An image pick-up system comprises two image sensors (2) arranged at spatially different positions. The wavelengths of the infrared light is selected so that the illumination from the light source is dominant, even in full sunlight. An Independent claim is included for a method of taking a three-dimensional image.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 100 35 531 B4** 2004.12.30

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **100 35 531.5**
(22) Anmeldetag: **21.07.2000**
(43) Offenlegungstag: **28.02.2002**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **30.12.2004**

(51) Int Cl.⁷: **H04N 5/225**
B60R 21/01, B60R 21/32

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

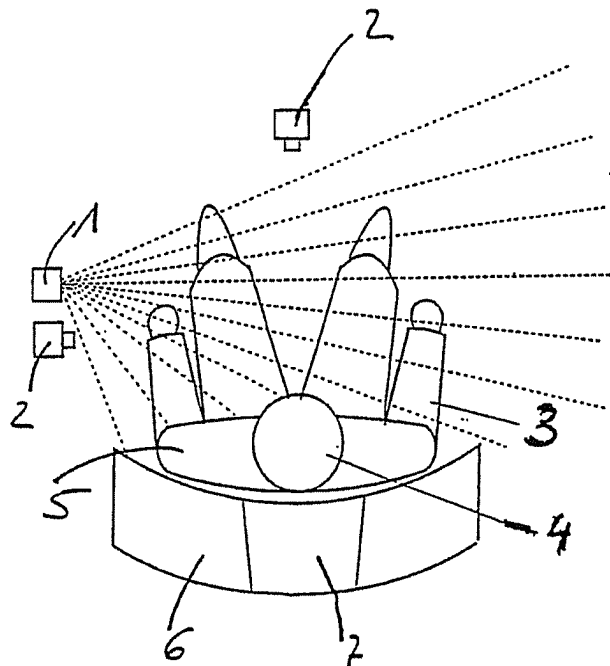
(72) Erfinder:
Weidel, Edgar, Dipl.-Phys., 89250 Senden, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 197 57 595 C2
DE 196 19 186 C1
DE 44 07 528 C2
DE 197 19 695 A1
DE 39 19 865 A1
US 58 77 897 A
US 58 35 613 A
US 56 53 462 A
US 55 28 698 A
EP 08 99 157 A1
JP 62-2 48 078 A

JP 08-2 20 008 A
JP 02-1 95 385 A
BURKE, Michael W.: Image Acquisition,
London,, Weinheim: Chapman & Hall, 1996;
DEMANT, Christian et al.: Industrielle
Bildverarbeitung Berlin, Heidelberg, Springer,
1998;
STAHL, Konrad,- MIOGA, Gerhard:
Infrarottechnik
2. Aufl. Heidelberg: Hüthig, 1986;
JIANG, Xiaoyi, BUNKE, Horst: Dreidimensionales
Computersehen, Berlin, Heidelberg, Springer,
1997;
KLETTE, Reinhard et al.: Computer Vision,
Braunschweig, Vieweg, 1996;
ERNST, Hartmut, Einführung in die digitale
Bildverarbeitung, München: Franzis, 1991;

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Erfassung eines Raumes in einem Fahrzeuginnenraum**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zur Bestimmung einer Position eines Objektes in einem Fahrzeuginnenraum, unter Verwendung wenigstens einer in einem Fahrzeug angeordneten Lichtquelle (1) zum Ausleuchten des Raumes, wobei die Lichtquelle (1) infrarotes Licht zur Ausleuchtung des aufzunehmenden Raumes aussendet, sowie eines Bildfassungssystems mit bildpunktauflösendem Bildsensor mit geringer Auflösung, welches geeignet ist aus dem Raum reflektiertes Licht der Lichtquelle als Bilddaten zu erfassen, wobei der Abstand von der Lichtquelle (1) und dem Bildfassungssystem zu einem zu erfassenden Objekt gering ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (1) diffuses, infrarotes Licht zur Ausleuchtung des aufzunehmenden Raumes aussendet, dass der bildpunktauflösende Bildsensor eine geringe Auflösung im Bereich von 20×30 Bildpunkten aufweist und dass der Abstand im Bereich von 40 cm bis 60 cm gewählt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung beschreibt eine Vorrichtung zur Erfassung eines Raumes in einem Fahrzeuginnenraum gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Moderne Kraftfahrzeuge schützen die Insassen bei Unfällen durch Sicherheitsgurte, Kopfstützen und Airbags. Um durch aktive Systeme einen optimalen Schutz zu erreichen sollte jedoch die Position von Kopf und Oberkörper der Insassen im Fahrzeug genau bekannt sein und auch während der Fahrt permanent in sehr kurzen Zeitabständen gemessen werden. Die Kenntnis dieser Positionen ermöglicht zunächst die optimale Einstellung der Gurtbefestigungen und der Kopfstützen. Während des Aufprallvorgangs bei einem Unfall ermöglicht die Kenntnis der momentanen Positionen schnelle Veränderungen der Kraft der Gurtstraffer und der Volumina der Airbags abhängig von den Positionen der Insassen im Fahrzeug.

[0003] Diese Positionen sollten mit einer Genauigkeit von etwa 10 mm bis 50 mm bestimmt werden. Um während des Unfalls Schutzmaßnahmen ergreifen zu können (z.B.: ein definiertes mehrmaliges Aufblasen der Airbags) ist die Position mit einer hohen Wiederholrate von etwa 300 Hz bis etwa 1 kHz zu bestimmen. Verwendet man optische Systeme zur Positionsmessung, muß die Messung bei allen Umgebungsbedingungen wie vollem Sonnenlicht oder Dunkelheit, korrekte Ergebnisse liefern.

Stand der Technik

[0004] Die Position von Kopf und Oberkörper eines Insassen kann mit einer Reihe von Sensoren bestimmt werden. Im Bereich des sichtbaren oder nahen infraroten Lichts können CCD- und CMOS-Kameras mit infraroter Zusatzbeleuchtung verwendet werden um den störenden Einfluß von Sonnenlicht einzudämmen. Die Schriften JP 08220008 A1 sowie JP 02195385 A1 beschreiben Vorrichtungen, bei welchen zur gleichmäßigen Ausleuchtung einer Fläche der Strahlungskegel infraroten Lichts durch ein Diffusionsmedium geleitet und dadurch aufgeweitet wird. In diesem Sinne beschreibt JP 62248078 A1 ein System zur Identifikation von Objekten (hier Hände von zu identifizierenden Personen) welche auf ein von unten angestrahltes Beleuchtungsmedium gelegt werden. Das System erfaßt hierbei lediglich die Kontour des Objekts, welche sodann zur Identifikation mit in einer Datenbank gespeicherten Parametern verglichen werden.

[0005] Um Raumbilder aufzunehmen werden gemäß des Standes der Technik vor allem Systeme verwendet, bei welchen Lichtimpulse ausgesendet werden. Unter Raumbildern sollen hier, und auch im Wei-

teren dieser Anmeldung, Bilder von räumlichen Szenarien verstanden werden, welche in Kenntnis der physikalischen Gegebenheiten bei der Aufnahme genügend Bildinformation enthalten, um daraus zumindest in Ausschnitten die räumlichen Dimensionen der bildlich erfaßten Szenarien zu rekonstruieren. Beispiele hierfür bilden die in den Schriften DE 19619186 C1 und DE 19757595 C2 beschriebenen Systeme, bei denen Entfernungsbilder durch die Ermittlung der Laufzeiten eines Lichtstrahls von der Lichtquelle über das Reflexionsobjekt zu einem Bildsensor ermittelt. Bei dem in DE 19619186 C1 aufgezeigten System kommt zur Unterdrückung von Fremdlicht in bevorzugter Weise ein im nahen Infrarot-Bereich arbeitender Diodenlaser als Beleuchtungsmittel zum Einsatz.

[0006] Aus der DE 197 19 695 A1 ist eine Vorrichtung zur Beobachtung von Lebewesen in einer Menge von Lebewesen bekannt. Hierbei werden diese vorzugsweise mit infrarotem gepulstem Licht beleuchtet. Das reflektierte Licht wird in Gestalt eines Bildes erfaßt. Dieses Bild wird sodann derart analysiert, dass von Augenhintergründen reflektiertes Licht ausgefiltert und als Bildpunkt erkannt und gezählt wird. Auf diese Weise wird es möglich die Aufmerksamkeit von Lebewesen innerhalb der Menge zu messen.

[0007] Aus dem US-Patent 5,877,897 A ist ein Innenraumüberwachungssystem zur Feststellung von Einbrüchen bekannt, bei dem in dem Rückspiegel ein CMOS-photoarray mit einer Auflösung von 160×120 oder 160×40 Bildpunkten angeordnet ist, welches sowohl sichtbares als auch infrarotes Licht erfassen kann. Das System zeigt weiterhin eine Beleuchtung mittels einer Lichtquelle, welche infrarotes Licht im Bereich von 750 bis 950 nm aussendet. Die Infrarotlichtquelle ist dabei mittels LEDs und zugeordneten Linsen zu einem Paket ausgebildet, das eine Beleuchtung des zu erfassenden Raumes mit einem Öffnungswinkel bis zu 160° ermöglicht, wobei die Beleuchtung als diffuse Beleuchtung realisiert ist.

[0008] Aus dem US-Patent 5,528,698 A ist eine Vorrichtung zur Bestimmung der Position eines Objektes in einem Fahrzeuginnenraum mit einer Infrarot-Lichtquelle und einem Bilderfassungssystem und einem geringen Abstand von der Lichtquelle und dem Bilderfassungssystem zu einem zu erfassenden Objekt offenbart. Das Bilderfassungssystem zeigt einen Bildsensor mit relativ geringer Auflösung von 64×64 Pixeln oder mehr.

Aufgabenstellung

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es eine Vorrichtung zur Erfassung eines Raumes in einem Fahrzeuginnenraum anzugeben, welche wenigstens über eine Lichtquelle (1) zum Ausleuchten eines Raumes,

sowie ein Bilderfassungssystem, mit zumindest einem bildpunkt-auflösenden Bildsensor (2), verfügt und dabei eine verlässliche Bildinformation generiert und dabei kostengünstig zu schaffen ist.

[0010] Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zur Erfassung eines Raumes in einem Fahrzeuginnenraum mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Sie enthält dabei eine Lichtquelle (1), welche diffuses, infrarotes Licht zur Ausleuchtung des aufzunehmenden Raumes aussendet.

[0011] Bei einer der Erfindung entsprechenden Anwendung genügt im allgemeinen eine Auflösung eines Bildsensors von 20×30 Bildpunkten und bei einer gegebenen hohen Empfindlichkeit des Bildsensors ist eine Bildwiederholfrequenz von 1 kHz in den meisten Fällen ausreichend.

[0012] In besonders vorteilhafter Weise wählt man den Abstand zwischen der Lichtquelle (1) bzw. dem Bilderfassungssystem und einem zu erfassenden Objekt (Kopf oder Schulter bei Fahrzeuginsassen) im Bereich von 40 cm bis 60 cm. Bei diesem geringen Abstand ist die von der Lichtquelle (1) emittierte infrarote Strahlung im allgemeinen um mehr als einen Faktor 10 intensiver als das Umgebungslicht im selben Wellenlängenbereich.

[0013] Auch werden dabei bevorzugt, bezüglich der Intensitätsdaten der Bildpunkte des Bildsensors (2) bestimmten Objekten zugeordnete Schwellwerte definiert, wodurch bei Überschreiten eines dieser Schwellwerte auf die Existenz des jeweilig zugeordneten Objektes im Raum geschlossen werden kann.

[0014] Der Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens liegen darin begründet, daß durch geeignete Auslegung des Systems auf die Verwendung von die Laufzeit von Lichtimpulsen messenden Sensoren verzichtet werden kann.

[0015] In besonders vorteilhafter Weise wird die Wellenlänge des von der Lichtquelle (1) ausgestrahlten infraroten Lichts so gewählt, daß auch bei vollem Sonnenlicht die von dieser Lichtquelle (1) stammende Beleuchtung in bezug auf das vorhandene Umgebungslicht (Fremdlicht) dominant ist. In der Praxis wird vor allem Sonnenlicht den größten Anteil an Umgebungslicht ausmachen. Deshalb sind für die Beleuchtung im Rahmen des erfindungsgemäßen Systems vor allem Wellenlängen geeignet, welche im Bereich, in denen das Sonnenlicht beim Durchgang durch die Atmosphäre durch Absorption an CO_2 - und H_2O -Molekülen hinreichend stark geschwächt wird, von Interesse. Beispielhafte Wellenlängen sind 1380 nm, 1850 nm, 2000 nm oder 2600 nm. Die Schwächung des Sonnenlichts in einem Bereich um diese Wellenlängen ist größer als etwa ein Faktor 100.

[0016] Gewinnbringend wird vor dem Objektiv des Bildsensors (2) ein Bandpaßfilter angebracht, welches nur für Licht in einem schmalen Bereich um die Wellenlänge des von der Lichtquelle (1) ausgesandten Lichtes durchlässig ist. Dabei handelt es sich beispielsweise um ein Band von 10 nm bis 20 nm. Das Bandpaßfilter ist dabei möglichst so zu wählen, daß seine Mittenfrequenz mit der Frequenz des von der Lichtquelle (1) ausgestrahlten infraroten Lichts zusammenfällt. Hierdurch wird das Licht der Lichtquelle (1), welche bevorzugt mittels eines Diodenlasers realisiert wird, nahezu ungeschwächt durchgelassen.

Ausführungsbeispiel

[0017] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung wird durch die Skizze in **Fig. 1** dargestellt. Hierbei handelt es sich um die Draufsicht auf die Position eines Insassen (3) eines Kraftfahrzeuges, auf eine Laserdiode mit Diffusor (zur gleichmäßigen Ausleuchtung des Raumes) (1) und auf zwei Bildsensoren (2) eines Bilderfassungssystems. Als Laser kann dabei beispielsweise ein InGaAsP/InP-Laser mit einer Wellenlänge von 1850 nm und einer Lichtleistung von 200 mW eingesetzt werden. Als Bildsensoren sind InGaAs-FPA mit einem Pitch von $30 \mu\text{m}$ - $50 \mu\text{m}$ denkbar. Bei einer der Darstellung in **Fig. 1** entsprechenden Anwendung genügt im allgemeinen eine Auflösung eines Bildsensors von 20×30 Bildpunkten und bei einer gegebenen hohen Empfindlichkeit des Bildsensors ist eine Bildwiederholfrequenz von 1 kHz in den meisten Fällen ausreichend.

[0018] In besonders vorteilhafter Weise wählt man den Abstand zwischen der Lichtquelle (1) bzw. dem Bilderfassungssystem und einem zu erfassenden Objekt (Kopf oder Schulter bei Fahrzeuginsassen) im Bereich von 40 cm bis 60 cm. Bei diesem geringen Abstand ist die von der Lichtquelle (1) emittierte infrarote Strahlung im allgemeinen um mehr als einen Faktor 10 intensiver als das Umgebungslicht im selben Wellenlängenbereich. Durch die divergente Aufweitung des Lichtstrahls mittels des Diffusors nimmt die Intensität der von der Lichtquelle (1) emittierten Strahlung mit zunehmender Distanz quadratisch ab, so daß weiter entfernte Objekte dunkler im vom Bilderfassungssystem generierten Bild erscheinen. Beleuchtet man nun beispielsweise den Insassen (3) eines Kraftfahrzeugs mit dem divergenten Licht der Lichtquelle (1), so werden Kopf (4) und Oberkörper (5) wesentlich heller beleuchtet, als alle anderen Bildbereiche innerhalb und außerhalb des Fahrzeugs, da diese deutlich weiter entfernt sind. Da bei ausreichend hoher Leuchtdichte der Lichtquelle (1) zudem auch das Tageslicht, selbst bei vollem Sonnenschein, wesentlich weniger intensiv beleuchtet ist, ist das vom Bilderfassungssystem generierte Bild von Kopf (4) und Oberkörper (5), deutlich heller als alle umgebenden Bildpunkte.

[0019] Hierdurch kann in vorteilhafter Weise bei der Auswertung der vom Bilderfassungssystem generierten Bilder, durch Festlegen geeigneter Schwellwerte die Position eines Objektes (Kopf (4) oder Oberkörper (5) bei Fahrzeuginsassen) einfach aus Reihen- und Spaltennummer des bildpunkt-auflösenden Detektorarrays der einzelnen Bildsensoren (2) bestimmt werden. Bei Überschreiten eines dieser Schwellwerte kann sodann auf die Existenz des jeweiligen Objektes im Raum geschlossen werden.

[0020] Auf diese Weise ist es denkbar die Reihen- und Spaltennummer eines Bildpunktes, welcher in seiner Intensität oberhalb eines einem bestimmten Objekt zugeordneten Schwellwertes liegt, zu ermitteln und sodann aus diesem Wissen und in Kenntnis der Bildgeometrie des Bilderfassungssystems die Position des jeweiligen Objektes im Raum zu bestimmen.

[0021] Ist eine vollständige dreidimensionale Lagebestimmung eines Objektes notwendig, ist das Bilderfassungssystem aus mehreren Bildsensoren (2) aufzubauen, von denen mindestens zwei Bildsensoren (2) an räumlich unterschiedlicher Position angebracht sind. Dabei ist es zur Reduzierung des Verarbeitungsaufwandes bei der Bildanalyse von Vorteil, wenn wenigstens zwei der Bildsensoren (2) so angebracht sind, daß die Raumachsen entlang ihres Erfassungsbereichs in einem rechten Winkel zueinander angeordnet sind.

[0022] Um die Präzision der Lageschätzung eines Objektes zu erhöhen kann in erfinderischer Weise, unmittelbar vor dem Einsteigen der Insassen (3) in ein Fahrzeug eine erste Bildaufnahme gemacht werden, welche beispielsweise die Sitzlehne (6), die Kopfstütze (7) und die Türverkleidung abbildet und die sodann nachträglich von den vom Bilderfassungssystem generierten Bildern subtrahiert wird.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bestimmung einer Position eines Objektes in einem Fahrzeuginnenraum, unter Verwendung wenigstens einer in einem Fahrzeug angeordneten Lichtquelle (1) zum Ausleuchten des Raumes, wobei die Lichtquelle (1) infrarotes Licht zur Ausleuchtung des aufzunehmenden Raumes aussendet, sowie eines Bilderfassungssystems mit bildpunktauflösendem Bildsensor mit geringer Auflösung, welches geeignet ist aus dem Raum reflektiertes Licht der Lichtquelle als Bilddaten zu erfassen, wobei der Abstand von der Lichtquelle (1) und dem Bilderfassungssystem zu einem zu erfassenden Objekt gering ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtquelle (1) diffuses, infrarotes Licht zur Ausleuchtung des aufzunehmenden Raumes aus-

sendet, dass der bildpunktauflösende Bildsensor eine geringe Auflösung im Bereich von 20 × 30 Bildpunkten aufweist und dass der Abstand im Bereich von 40 cm bis 60 cm gewählt wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle so gewählt wird, dass sie infrarotes Licht mit einer Wellenlänge im Bereich um 1380 nm, 1850 nm, 2000 nm oder 2600 nm ausstrahlt.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass dem Bildsensor (2) ein Bandpaßfilter zugeordnet ist, welches nur für Licht in einem schmalen Bereich insbesondere von etwa 10 bis 20 nm um die Wellenlänge des von der Lichtquelle (1) ausgesandten Lichtes durchlässig ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzeugung des diffusen Lichts eine Laserdiode in Verbindung mit einem Diffusor verwandt wird.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserdiode ein InGaAsP/InP-Laser ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Bilderfassungssystem aus mindestens zwei Bildsensoren (2) besteht, von denen mindestens 2 Bildsensoren (2) an räumlich unterschiedlicher Position angebracht sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei der Bildsensoren (2) so angebracht sind, dass die Raumachsen entlang ihres Erfassungsbereichs in einem rechten Winkel zueinander angeordnet sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass dem Bilderfassungssystem eine Bildauswerteeinheit zugeordnet ist, welche anhand der erfassten Bilddaten eine Positionsbestimmung im Raum erfasster Objekte durchführt.

9. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Detektion von Insassen in einem Kraftfahrzeug.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

